

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-62562

(43) 公開日 平成11年(1999) 3月5日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	F I
F 0 1 N 3/20		F 0 1 N 3/20 C
3/08		3/08 A
F 0 2 D 41/04	3 0 5	F 0 2 D 41/04 3 0 5 Z
41/14	3 1 0	41/14 3 1 0 K
45/00	3 6 8	45/00 3 6 8 G

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平9-223665

(22) 出願日 平成9年(1997) 8月20日

(71) 出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72) 発明者 石原 康二

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産

自動車株式会社内

(72) 発明者 戸城 隆之

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産

自動車株式会社内

(72) 発明者 小嶋 一雄

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産

自動車株式会社内

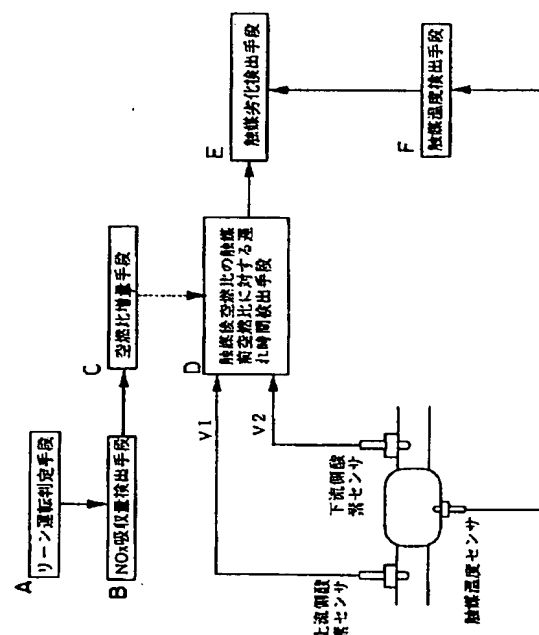
(74) 代理人 弁理士 笹島 富二雄

(54) 【発明の名称】 エンジンの触媒劣化診断装置

(57) 【要約】

【課題】 リーン燃焼中にNO_xを吸収し、理論空燃比又はリッチのときにNO_xを脱離・還元処理するNO_x吸収触媒を備えたリーン燃焼エンジンにおいて、前記NO_x吸収触媒のNO_x吸収性能の劣化を精度良く診断する。

【解決手段】 リーン燃焼中にNO_x吸収触媒のNO_x吸収量を推定し、該推定されたNO_x吸収量が飽和量に達したら、空燃比をリッチ化させてNO_xを脱離・還元処理する。一方、NO_x吸収触媒の前後に酸素センサを設け、前記空燃比のリッチ化を上流側の酸素センサで検出してから、下流側の酸素センサで検出されるまでの遅れ時間を計測する。そして、実際のNO_x吸収量と相関のある前記遅れ時間及びNO_x吸収触媒の温度に基づいて、NO_x吸収触媒のNO_x吸収性能の劣化を診断する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】排気空燃比が理論空燃比よりもリーンであるときに排気中の NO_x を吸収し、排気空燃比が理論空燃比又は理論空燃比よりもリッチであるときに前記吸収した NO_x を放出して還元処理する NO_x 吸収触媒を備え、理論空燃比よりもリーン空燃比での燃焼運転を行うエンジンの触媒劣化診断装置であって、

リーン燃焼中に前記 NO_x 吸収触媒に対する NO_x 吸収量を推定すると共に、前記 NO_x 吸収触媒前の排気空燃比のリーンからリッチへの反転に対して前記 NO_x 吸収触媒後の排気空燃比がリーンからリッチに反転するまでの遅れ時間を計測し、前記 NO_x 吸収量の推定値と前記遅れ時間との相関から前記 NO_x 吸収触媒における NO_x 吸収性能の劣化を診断することを特徴とするエンジンの触媒劣化診断装置。

【請求項 2】排気空燃比が理論空燃比よりもリーンであるときに排気中の NO_x を吸収し、排気空燃比が理論空燃比又は理論空燃比よりもリッチであるときに前記吸収した NO_x を放出して還元処理する NO_x 吸収触媒を備え、理論空燃比よりもリーン空燃比での燃焼運転を行うエンジンの触媒劣化診断装置であって、

前記 NO_x 吸収触媒に吸収された NO_x を還元処理すべく燃焼混合気の空燃比をリーンからリッチに一時的に反転させたときに、前記 NO_x 吸収触媒の下流側の排気空燃比の応答遅れ時間を計測し、該遅れ時間に基づいて前記 NO_x 吸収触媒における NO_x 吸収性能の劣化を診断することを特徴とするエンジンの触媒劣化診断装置。

【請求項 3】前記 NO_x 吸収触媒における NO_x 吸収量を推定し、該推定される NO_x 吸収量が飽和量に達しているときに、燃焼混合気の空燃比をリーンからリッチに一時的に反転させることを特徴とする請求項 2 記載のエンジンの触媒劣化診断装置。

【請求項 4】前記遅れ時間と前記 NO_x 吸収触媒の温度とに基づいて NO_x 吸収性能の劣化を診断することを特徴とする請求項 1～3 のいずれか 1 つに記載のエンジンの触媒劣化診断装置。

【請求項 5】前記遅れ時間に基づく劣化診断を、始動後初回のリッチ反転時に計測された遅れ時間に基づいて行うことを特徴とする請求項 1～4 のいずれか 1 つに記載のエンジンの触媒劣化診断装置。

【請求項 6】前記遅れ時間に基づく劣化診断を、始動時のエンジン温度が所定温度以下であったときに行わせることを特徴とする請求項 5 記載のエンジンの触媒劣化診断装置。

【請求項 7】排気空燃比が理論空燃比よりもリーンであるときに排気中の NO_x を吸収し、排気空燃比が理論空燃比又は理論空燃比よりもリッチであるときに前記吸収した NO_x を放出して還元処理する NO_x 吸収触媒を備え、理論空燃比よりもリーン空燃比での燃焼運転を行うエンジンの触媒劣化診断装置であって、

リーン燃焼中に前記 NO_x 吸収触媒における NO_x 吸収量を推定する NO_x 吸収量推定手段と、

該 NO_x 吸収量推定手段で推定された NO_x 吸収量が飽和量に達していると判断したときに、燃焼混合気をリーンからリッチに一時的に反転させるリッチ化手段と、前記 NO_x 吸収触媒の上流側で排気空燃比を検出する上流側空燃比検出手段と、

前記 NO_x 吸収触媒の下流側で排気空燃比を検出する下流側空燃比検出手段と、

10 前記リッチ化手段により燃焼混合気空燃比をリッチに反転させたときに、前記上流側空燃比検出手段による排気空燃比のリーンからリッチへの反転検出から、前記下流側空燃比検出手段による排気空燃比のリーンからリッチへの反転検出までの遅れ時間を計測する遅れ時間計測手段と、

該遅れ時間計測手段で計測された前記遅れ時間に基づいて、前記 NO_x 吸収触媒における NO_x 吸収性能の劣化を診断する劣化診断手段と、

20 を含んで構成されたことを特徴とするエンジンの触媒劣化診断装置。

【請求項 8】前記 NO_x 吸収触媒の温度を検出する触媒温度検出手段を備え、前記劣化診断手段が、前記遅れ時間と前記検出された NO_x 吸収触媒の温度とに基づいて、 NO_x 吸収性能の劣化を診断することを特徴とする請求項 7 記載のエンジンの触媒劣化診断装置。

【請求項 9】前記劣化診断手段が、前記リッチ化手段による始動後初回のリッチ反転時に前記遅れ時間計測手段で計測された前記遅れ時間に基づいて劣化診断を行うことを特徴とする請求項 7 又は 8 に記載のエンジンの触媒劣化診断装置。

30 【請求項 10】前記劣化診断手段が、始動時のエンジン温度が所定温度以下であったときに劣化診断を行うことを特徴とする請求項 9 記載のエンジンの触媒劣化診断装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、エンジンの触媒劣化診断装置に関し、詳しくは、排気空燃比が理論空燃比よりもリーンであるときに排気中の NO_x を吸収し、排気空燃比が理論空燃比又は理論空燃比よりもリッチであるときに前記吸収した NO_x を放出して還元処理する NO_x 吸収触媒における NO_x 吸収性能の劣化を診断する技術に関する。

【0002】

【従来の技術】従来から、排気空燃比がリーンであるときに排気中の NO_x を吸収し、排気空燃比が理論空燃比（ストイキ）又はリッチであるときに前記吸収した NO_x を放出（脱離）して還元処理する NO_x 吸収触媒（ NO_x 吸収型三元触媒）を備えたリーン燃焼エンジンが知られている（特開平 7-139397 号公報等参照）。

【0003】一方、触媒劣化を診断する技術として、従来、特開平2-130245号公報、特開平8-14030号公報に開示されるようなものがあった。特開平2-130245号公報に開示される劣化診断技術は、フィードバック制御中における触媒前空燃比に対する触媒後空燃比の遅れ時間を検出して、該遅れ時間に基づいて三元触媒の劣化を診断するものである。

【0004】また、特開平8-14030号公報に開示される劣化診断技術は、三元触媒又はNOx吸収性能を有する触媒において、混合気空燃比をリーンからリッチ又はリッチからリーンに切り換え、この切り換え期間中における触媒下流側の酸素センサのピーク出力から、触媒劣化を検出するものである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、前記特開平2-130245号公報に開示される劣化診断技術では、空燃比フィードバック中の短い周期でリッチ・リーンを繰り返すときの空燃比変化の微小な遅れから触媒劣化を診断する構成であるため、高精度に劣化診断を行うことが困難であると共に、通常の三元性能の劣化を診断するものであり、該三元性能の劣化状態とは必ずしも一致しないNOx吸収性能の劣化を診断できないという問題があった。

【0006】また、特開平8-14030号公報に開示される劣化診断技術では、酸素センサの検出信号のピーク値に基づいて診断を行う構成であるが、前記ピーク値は、センサばらつきやセンサへの排気のあたり方等に影響されて変化するために、触媒劣化を精度良く診断することが困難であるという問題があった。本発明は上記問題点に鑑みなされたものであり、NOx吸収触媒におけるNOx吸収性能の劣化を精度良く診断できる劣化診断装置を提供することを目的とする。

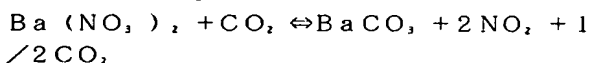
【0007】

【課題を解決するための手段】そのため請求項1記載の発明は、排気空燃比が理論空燃比よりもリーンであるときに排気中のNOxを吸収し、排気空燃比が理論空燃比又は理論空燃比よりもリッチであるときに前記吸収したNOxを放出して還元処理するNOx吸収触媒を備え、理論空燃比よりもリーン空燃比での燃焼運転を行いうるエンジンの触媒劣化診断装置であって、リーン燃焼中に前記NOx吸収触媒に対するNOx吸収量を推定すると共に、前記NOx吸収触媒前の排気空燃比のリーンからリッチへの反転に対して前記NOx吸収触媒後の排気空燃比がリーンからリッチに反転するまでの遅れ時間を計測し、前記NOx吸収量の推定値と前記遅れ時間との相関から前記NOx吸収触媒におけるNOx吸収性能の劣化を診断する構成とした。

【0008】かかる構成によると、触媒前に対する触媒後のリーン→リッチ変化の応答遅れと、リッチ変化前までのNOx吸収量との相関から、NOx吸収性能の劣化

が診断される。NOx吸収触媒前の空燃比がリーンからリッチに反転すると、リーン燃焼中に吸収したNOxの脱離が開始されるが、NOxの脱離と同時に酸素O₂が脱離するため、この酸素の影響で触媒後の空燃比がリッチに反転するのは、NOxの脱離が完了した後となり、触媒前のリッチ反転に対して、NOx吸収量に応じた時間だけ触媒後のリッチ反転が遅れることになる。従って、予測されるNOx吸収量に見合った時間だけの遅れがない場合には、予測したNOx吸収量よりも実際の吸収量が少なく触媒におけるNOx吸収性能が低下しているものと判断できる。

【0009】尚、NOx吸収物質としてバリウムBaを用いた場合のNOx吸収、脱離の作用は、以下のように表すことができる。



請求項2記載の発明は、排気空燃比が理論空燃比よりもリーンであるときに排気中のNOxを吸収し、排気空燃比が理論空燃比又は理論空燃比よりもリッチであるときに前記吸収したNOxを放出して還元処理するNOx吸収触媒を備え、理論空燃比よりもリーン空燃比での燃焼運転を行いうるエンジンの触媒劣化診断装置であって、前記NOx吸収触媒に吸収されたNOxを還元処理すべく燃焼混合気空燃比をリーンからリッチに一時的に反転させたときに、前記NOx吸収触媒の下流側の排気空燃比の応答遅れ時間を計測し、該遅れ時間に基づいて前記NOx吸収触媒におけるNOx吸収性能の劣化を診断する構成とした。

【0010】かかる構成によると、リーン燃焼中に吸収したNOxを還元処理すべく、燃焼混合気空燃比を一時的にリーンからリッチに反転させるが、このときに、NOx吸収触媒の下流側がリッチに反転するのに要した遅れ時間に基づいて、NOx吸収性能を診断する。前述のように、前記遅れ時間がNOxの脱離に要した時間であって、この脱離時間が実際のNOx吸収量によって変化することから、前記遅れ時間の初期状態からの短縮は、NOx吸収性能の低下を示すことになる。

【0011】請求項3記載の発明では、請求項2記載の発明において、前記NOx吸収触媒におけるNOx吸収量を推定し、該推定されるNOx吸収量が飽和量に達しているときに、燃焼混合気空燃比をリーンからリッチに一時的に反転させる構成とした。かかる構成によると、リーン燃焼中にNOx吸収量が増大して飽和量に達すると、NOxを処理すべく、燃焼混合気空燃比をリーンからリッチに一時的に反転させるが、このときに、飽和量に見合った時間だけ触媒後の空燃比変化が遅れたか否かに基づいて、NOx吸収性能の劣化を診断する。

【0012】請求項4記載の発明では、請求項1～3記載の発明において、前記遅れ時間と前記NOx吸収触媒の温度とに基づいてNOx吸収性能の劣化を診断する構

成とした。かかる構成によると、触媒前に対する触媒後の空燃比変化の遅れ時間と共に、そのときの触媒温度に基づいて、NO_x吸収性能の劣化が診断される。NO_x吸収触媒におけるNO_x吸収量は触媒温度に相関し、前記遅れ時間が触媒温度で変化することになるので、そのときの触媒温度に対応するNO_x量が実際に吸収されているか否かを、前記遅れ時間から判断して、NO_x吸収性能の低下を診断する。

【0013】請求項5記載の発明では、前記遅れ時間に基づく劣化診断を、始動後初回のリッチ反転時に計測された遅れ時間に基づいて行う構成とした。かかる構成によると、始動後に初めてNO_xの脱離処理を行ったときの遅れ時間のデータから診断を行わせる。運転状態等の変化で触媒温度が高温から低温に移行する場合、NO_x吸収触媒が吸収できるNO_x量が減少変化するために、低温から高温に移行する場合に比べて同じ温度条件のときでもより多くのNO_xが脱離することになり、劣化診断の精度が低下する。そこで、始動後初回のリッチ反転時のみを診断対象として、高温から低温への移行時に診断が行われることを回避する。

【0014】請求項6記載の発明では、前記遅れ時間に基づく劣化診断を、始動時のエンジン温度が所定温度以下であったときに行わせる構成とした。かかる構成によると、始動時のエンジン温度が所定温度を越えている高温再始動時には、NO_x吸収触媒に前回運転時に吸収されたNO_xが溜まっている可能性があってNO_x吸収量の推定精度を低下させるので、始動時のエンジン温度が所定温度以下であって、即ち前回の運転時のNO_xが触媒内に無いと推定される始動後初回の脱離制御時に、NO_x吸収量に相関する前記遅れ時間に基づいてNO_x吸収性能の劣化を診断させる。

【0015】一方、請求項7記載の発明は、排気空燃比が理論空燃比よりもリーンであるときに排気中のNO_xを吸収し、排気空燃比が理論空燃比又は理論空燃比よりもリッチであるときに前記吸収したNO_xを放出して還元処理するNO_x吸収触媒を備え、理論空燃比よりもリーン空燃比での燃焼運転を行いうるエンジンの触媒劣化診断装置であって、図1に示すように構成される。

【0016】図1において、NO_x吸収量推定手段は、リーン燃焼中に前記NO_x吸収触媒におけるNO_x吸収量を推定する。リッチ化手段は、NO_x吸収量推定手段で推定されたNO_x吸収量が飽和量に達していると判断したときに、燃焼混合気をリーンからリッチに一時的に反転させる。

【0017】上流側空燃比検出手段は、前記NO_x吸収触媒の上流側で排気空燃比を検出する手段であり、下流側空燃比検出手段は、前記NO_x吸収触媒の下流側で排気空燃比を検出する手段である。ここで、遅れ時間計測手段は、前記リッチ化手段により燃焼混合気空燃比をリッチに反転させたときに、前記上流側空燃比検出手段

による排気空燃比のリーンからリッチへの反転検出から、前記下流側空燃比検出手段による排気空燃比のリーンからリッチへの反転検出までの遅れ時間を計測する。

【0018】そして、劣化診断手段は、遅れ時間計測手段で計測された前記遅れ時間に基づいて、前記NO_x吸収触媒におけるNO_x吸収性能の劣化を診断する。かかる構成によると、リーン燃焼中にNO_x吸収量が飽和量に達したものと推定されると、燃焼混合気空燃比をリッチ化させて、前記吸収されたNO_xの脱離・還元を図るが、このときに、触媒上流側の排気空燃比がリッチに反転してから触媒下流側の排気空燃比がリッチに反転するまでの遅れ時間が計測され、このNO_x吸収量に相関する遅れ時間から、NO_x吸収性能の劣化を診断する。

【0019】請求項8記載の発明では、前記NO_x吸収触媒の温度を検出する触媒温度検出手段を備え、前記劣化診断手段が、前記遅れ時間と前記検出されたNO_x吸収触媒の温度とに基づいて、NO_x吸収性能の劣化を診断する構成とした。かかる構成によると、NO_x吸収量に相関する触媒温度を加味して、触媒のNO_x吸収性能が診断される。

【0020】請求項9記載の発明では、前記劣化診断手段が、前記リッチ化手段による始動後初回のリッチ反転時に前記遅れ時間計測手段で計測された前記遅れ時間に基づいて劣化診断を行う構成とした。かかる構成によると、始動後最初に飽和量に対してリッチ反転させたときに計測した遅れ時間に基づいてNO_x吸収性能の劣化を診断する。

【0021】請求項10記載の発明では、前記劣化診断手段が、始動時のエンジン温度が所定温度以下であったときに劣化診断を行う構成とした。かかる構成によると、始動時のエンジン温度が所定温度以下であって、即ち前回の運転時のNO_xが触媒内に無いと推定されるときにのみ、最初の脱離処理時の空燃比変化の遅れ時間から、NO_x吸収性能の劣化を診断する。

【0022】

【発明の効果】請求項1記載の発明によると、NO_x吸収量と、触媒前の空燃比のリーンからリッチへの反転に対する触媒後空燃比の変化の遅れ時間との相関に基づいて、NO_x吸収触媒におけるNO_x吸収性能の劣化を精度良く診断できるという効果がある。

【0023】請求項2記載の発明によると、NO_xの脱離を行わせるべく空燃比をリッチ化させたときに、NO_xの脱離完了を示す触媒後の空燃比のリッチ反転までに要した遅れ時間に基づいて実際のNO_x吸収量を知って、NO_x吸収触媒におけるNO_x吸収性能の劣化を精度良く診断できるという効果がある。請求項3記載の発明によると、NO_x吸収量が飽和量になる毎に脱離を行わせてNO_x吸収性能の確保を図りつつ、触媒後空燃比の変化に前記飽和量に見合った遅れ時間を必要としたか否かに基づいて、NO_x吸収性能の劣化を診断できると

いう効果がある。

【0024】請求項4記載の発明によると、NOx吸収量に相関する触媒温度を加味して劣化診断を行わせることで、触媒温度の低下によるNOx吸収量の低下を、NOx吸収性能の劣化として誤診断することを回避できるという効果がある。請求項5記載の発明によると、始動後初回のリッチ反転時を診断条件とすることで、温度の減少変化に伴うNOx脱離量の増大変化による診断精度の低下を回避できるという効果がある。

【0025】請求項6記載の発明によると、前回運転時に吸収されたNOxが残っている可能性があるときの診断を回避し、より一層高い精度でNOx吸収性能の劣化を診断させることができるという効果がある。請求項7記載の発明によると、飽和量に対しNOxを脱離処理すべく燃焼混合気をリッチに反転させたときに、触媒前の排気空燃比の反転に対する触媒後の排気空燃比の反転の遅れ時間から、実際に飽和量のNOxが吸収されていたか否かを判断し、以て、NOx吸収触媒におけるNOx吸収性能の劣化を精度良く診断できるという効果がある。

【0026】請求項8記載の発明によると、触媒温度によるNOx吸収量の違いに基づいて、NOx吸収性能の劣化が誤診断されることを回避できるという効果がある。請求項9記載の発明によると、始動後初回のリッチ反転時を診断条件とすることで、温度の減少変化に伴うNOx脱離量の増大変化による診断精度の低下を回避できるという効果がある。

【0027】請求項10記載の発明によると、始動後初回のリッチ反転時と共に、前回運転時に吸収されたNOxが溜まっている可能性が小さい状態を条件とすることで、NOx吸収性能の診断精度をより一層高くすることができるという効果がある。

【0028】

【発明の実施の形態】以下に本発明の実施の形態を説明する。図2は、実施の形態におけるエンジンのシステム構成を示す図であり、エンジン1の吸気系には、上流側から、吸気を浄化するエアクリーナ2、吸気量を計測するエアフローメータ3、吸気量をコントロールするスロットルチャンバ4が取り付けられ、前記スロットルチャンバ4の下流に、吸気マニホールド5とインジェクタ6

とが取り付けられる。
【0029】一方、エンジン1には、エンジン1の冷却水温度を検出する水温センサ7とエンジン1の回転数(rpm)を検出するクランク角センサ8が取り付けられ、これら水温センサ7、クランク角センサ8の出力は、前記エアフローメータ3の出力と共に、コントロールモジュール9に入力される。前記コントロールモジュール9では、エアフローメータ3で検出される吸入空気量と、クランク角センサ8で検出されるエンジン回転数とから、リーン、ストイキ(理論空燃比)燃焼時の各基本噴

射量を演算し、更に水温センサ7で検出される水温データに応じた燃料増量値等を前記基本噴射量に加えて最終的な燃料噴射量を決定し、前記インジェクタ6から燃料を吸気マニホールド5の各ブランチ部に噴射させる。

【0030】尚、前記インジェクタ6が、各気筒の燃焼室内に直接燃料を噴射する筒内噴射式のガソリンエンジンであっても良い。エンジン1の排気通路10には、NOx吸収性能を有するNOx吸収触媒11と、該NOx吸収触媒11の上流側及び下流側にそれぞれ配置される上流側酸素センサ12(上流側空燃比検出手段)、下流側酸素センサ13(下流側空燃比検出手段)が取り付けられている。

【0031】前記NOx吸収触媒11は、排気空燃比がリーンであるときに排気中のNOxを吸収し、排気空燃比が理論空燃比(ストイキ)又はリッチであるときに前記吸収したNOxを放出(脱離)して還元処理するNOx吸収型三元触媒であり、このNOx吸収触媒11には、触媒温度を検出する触媒温度センサ14が取り付けられている。

【0032】前記コントロールモジュール9では、エアフローメータ3で検出される吸入空気量と、クランク角センサ8で検出されるエンジン回転数とから、リーン燃焼時のエンジン1からのNOx排出量を演算し、該演算されたNOx排出量からNOx吸収触媒10に吸収されたNOxが飽和状態であることを検出した場合(NOx吸収量推定手段)、所定期間だけ燃料増量値を前記基本噴射量に加えることで、燃焼混合気の空燃比をリーンからリッチに一時的に反転させて、前記吸収されたNOxの脱離・還元処理を行わせ、NOx吸収性能を復活させる(リッチ化手段)。

【0033】更に、前記コントロールモジュール9では、前記NOx吸収触媒11のNOx吸収性能の劣化診断を、以下に示すようにして行う。図3は、前記劣化診断の第1の実施形態を示す制御ブロック図であり、リーン運転判定手段Aはリーン燃焼条件を判定し、リーン燃焼条件が成立しているときには、NOx吸収量検出手段(NOx吸収量推定手段)Bがエンジンの運転条件からNOx吸収触媒11におけるNOx吸収量を推定演算する。

【0034】そして、空燃比増量手段(リッチ化手段)Cは、前記NOx吸収量検出手段Bで推定演算されるNOx吸収量が飽和量に達したときに、燃焼混合気の空燃比をリーンからリッチに反転させて、NOx吸収触媒11に吸収されたNOxの脱離・還元を行わせるべく燃料噴射量を増量補正する。ここで、触媒後空燃比の触媒前空燃比に対する遅れ時間検出手段(遅れ時間計測手段)Dは、前記空燃比増量手段Cによる燃焼混合気のリッチ化によって、触媒前の排気空燃比がリッチに反転したことを上流側酸素センサ12で検出してから、下流側酸素センサ13で検出される触媒後の排気空燃比が遅れてリッチに

反転するまでの時間を計測する。

【0035】触媒劣化検出手段（劣化診断手段）Eは、前記計測された遅れ時間と、触媒温度センサ14からの信号に基づき触媒温度検出手段Fで検出された触媒温度とに基づいて、前記NOx吸収触媒11におけるNOx吸収性能の劣化を診断する。図4は上記劣化診断の第1の実施形態を示すフローチャートであり、まず、ステップ1（図中にはS1と記してある。以下同様）では、そのときの水温Twがリーン燃焼の条件となる水温TWLEAN（例えば80℃）以上であるかを判別する。

【0036】ステップ1で、 $Tw \geq TWLEAN$ であると判別されたときには、リーン燃焼での運転が可能な状態と判断してステップ2へ進むが、 $Tw < TWLEAN$ であるときには、そのまま本ルーチンを終了させる。ステップ2では、エンジン回転数と吸入空気量とから求められるエンジン負荷条件がリーン燃焼条件であるときに1がセットされるリーン燃焼フラグFLEANを判別し、前記フラグFLEANが1であればステップ3へ進む。一方、前記フラグFLEANが0であって、エンジン負荷条件がリーン燃焼条件でないときには、本ルーチンを終了させる。上記ステップ1、2の部分がリーン運転判定手段Aに相当する。

【0037】ステップ3（NOx吸収量検出手段B）では、エンジン回転数と吸入空気量とから求められるエンジン負荷条件にてエンジンから排出されるNOx量を演算し、該NOx量の積算値として求めたNOx吸収触媒11におけるNOx吸収量NOXADPと、飽和量NOXMAXとを比較する。そして、NOx吸収量NOXADPが飽和量NOXMAX以上になっているときには、ステップ4（空燃比増量手段C）へ進み、NOx吸収触媒11内の雰囲気を変元雰囲気にして、吸収されているNOxの脱離・還元を行わせるべく、空燃比増量係数KRSによる噴射量の増量補正を行って、燃焼混合気の空燃比をリーンからリッチに一時的に反転させるようにする。

【0038】NOx吸収量NOXADPが飽和量NOXMAXに達していないときには、ステップ2へ戻って、リーン燃焼条件の判別と、NOx吸収量の積算とを繰り返す。ステップ5（触媒後空燃比の触媒前空燃比に対する遅れ時間検出手段D）では、前記空燃比増量係数KRSによって燃焼混合気の空燃比をリッチに反転させたときに、上流側酸素センサ12でリッチへの反転が検出されてから、下流側酸素センサ13でリッチへの反転が検出されるまでの遅れ時間TFRを計測する（図5参照）。

【0039】触媒上流側の排気空燃比がリッチに反転してNOx吸収触媒11においてNOxの脱離・還元の開始されると、NOxの脱離と同時に脱離する酸素O₂によって触媒下流の空燃比がストイキ近傍に保持され、NOxの脱離が完了してから触媒下流側の排気空燃比が上流側と同等にリッチに反転することになり、かかる触媒前に対する触媒後のリッチ反転の遅れ時間は、図6に示す

ように、NOx吸収触媒11における実際のNOx吸収量に相関する。本実施の形態の場合、NOx吸収量が所定の飽和量に達していると推定されるときに、空燃比をリッチ化させているから、NOx吸収触媒11の初期状態では、前記飽和量に見合った遅れ時間を要するはずであり、前記遅れ時間が初期状態よりも短くなった場合には、NOx吸収性能の劣化によって、実際に吸収できるNOx量が減少しているものと推定できる。

【0040】尚、三元触媒では、酸素ストレージ効果によりHC、COとO₂とが結び付き転化するため、図5に示したように、触媒下流の空燃比は触媒内のO₂が消費されるまで一時的に略ストイキ近傍となるが、その時間は、NOx吸収触媒に比べて極端に短い。これは、NOx吸収性能がない通常の三元触媒の特質であり、仮に、本実施の形態と同様に遅れ時間を計測しても、これは触媒の三元性能を示すに過ぎない。

【0041】ステップ6（触媒温度検出手段F）では、NOx吸収触媒11の温度を、触媒温度センサ14からの検出信号に基づいて検出する。尚、触媒温度センサ14を備えない場合には、エンジン回転数と負荷条件とから触媒11の温度を推定する構成であっても良い。ステップ7では、図7に示すように、前記遅れ時間TFRと触媒温度とに応じて、NOx吸収性能の劣化度合いを予め記憶した劣化マップMAPEAKを参照し、ステップ8（触媒劣化検出手段E）では、実際の遅れ時間TFR、触媒温度に対応する劣化度合いNREKを検索する。

【0042】NOx吸収触媒11におけるNOx吸収量は、触媒温度に影響され、図8に示すように、触媒温度が高過ぎても低下し、また、低過ぎても低下する。従って、触媒温度とは無関係に劣化診断を行うと、触媒温度が例えば低いためにNOx吸収量が低下し、これによって、前記遅れ時間TFRが短くなった場合に、これを、NOx吸収性能の劣化によるものとして誤診断する可能性がある。

【0043】そこで、図7に示すように、前記遅れ時間TFRと触媒温度とからNOx吸収性能の劣化度合いを診断するようにして、触媒温度によるNOx吸収性能のばらつきを加味して劣化を診断できるようにしてある。尚、前記診断されたNOx吸収性能の劣化度合いを整備情報として記憶させ、また、NOx吸収触媒11の劣化度合いが許容レベル以上になった場合には、触媒劣化を示す警告灯を点灯させたり、リーン燃焼を禁止するなどの処置を施すようにすることができる。また、NOx吸収性能の劣化度合いに応じて、飽和量を修正して、空燃比をリッチ反転させてNOxの脱離・還元を行わせるタイミングを、劣化が進むにつれて早めるようにしても良い。

【0044】図9は劣化診断の第2の実施形態を示す制御ブロック図であり、前記第1の実施形態を示す図3に対して、空燃比増量回数記憶手段Gが追加されている点

のみが異なる。前記空燃比増量回数記憶手段Gは、NO_x吸収量検出手段Bにより推定されるNO_x吸収量が飽和量に達したために、空燃比増量手段Cによって燃焼混合気の空燃比をリーンから一時的にリッチに反転させた回数を計数する手段であり、該空燃比増量回数記憶手段Gによる計数結果に基づいて、第2の実施形態では、図10のフローチャートに示すようにして、劣化診断を行う。

【0045】図10のフローチャートにおいて、ステップ10では、始動時の水温T_{WINT}が所定温度I_{TW}（例えば40℃）以下であったか否かを判別する。尚、本実施の形態では、水温T_Wをエンジン温度を代表するパラメータとして用いている。始動時水温T_{WINT}が前記所定温度I_{TW}を越えていたときには、高温再始動の可能性がある。前回の運転中に吸収されたNO_xが触媒11内に溜まっている可能性がある。後述するように、第2の実施形態では、NO_xの吸収脱離を繰り返しているときに診断を行うのではなく、始動後に触媒11内に初めてNO_xが溜まったときに劣化診断を行うので、前回運転時のNO_xが触媒11内に無い状態で診断を行わせた方が、より診断精度が向上する。

【0046】従って、始動時水温T_{WINT}が前記所定温度I_{TW}を越える高温再始動時であって、前回運転時のNO_xが触媒11内に溜まっている可能性がある場合には、診断を行うことなくそのまま本ルーチンを終了させる。一方、始動時水温T_{WINT}が前記所定温度I_{TW}以下であるときに、ステップ11へ進む。

【0047】ステップ11～ステップ14の部分は、第1の実施形態を示す図4のフローチャートのステップ1～4の部分と同じ処理を行うので、ここでは説明を省略する。ステップ14で燃焼混合気の空燃比をリッチ化させる増量補正を実行すると、ステップ15では、前記ステップ14における増量補正を実行したのが、始動後初めてであるか否かを判別するために、前記増量補正の始動からの回数を計数する回数フラグR_{SCNT}を参照する（空燃比増量回数記憶手段G）。

【0048】そして、前記フラグR_{SCNT}が1であって、始動後初回の増量補正時であるときには、ステップ16へ進むが、前記フラグR_{SCNT}が0であって増量補正が2回目以降であることを示す場合には、診断を行うことなくそのまま本ルーチンを終了させる。NO_x吸収触媒11においてNO_xの吸収、脱離を繰り返しているときには、触媒温度が高温から低温に移行してNO_x吸収量が減少変化することがあり、このように、触媒温度が高温から低温に移行すると、低温から高温に移行する場合よりもNO_xの脱離量が多くなって、前記遅れ時間T_{FR}としてより長い時間が計測されることになり、前記遅れ時間T_{FR}に基づく劣化診断の精度が低下する。

【0049】そこで、始動後初回の増量補正（脱離）時に計測された遅れ時間T_{FR}のみに基づいて劣化診断を

行わせる構成とすることで、触媒温度が高温から低温に移行するときに計測された遅れ時間T_{FR}に基づく診断を間接的に禁止し、前記遅れ時間T_{FR}に基づく診断の精度を向上させる。ステップ16～ステップ19の部分は、前記図4のステップ5～8の部分と同じ処理を行うので説明は省略する。

【0050】尚、上記実施の形態では、NO_x吸収量が飽和量に達していると推定されるときに空燃比をリッチ化させ、このときの触媒前後における空燃比変化の位相差に基づいて触媒11のNO_x吸収性能の劣化を診断させる構成としたが、劣化診断においては、必ずしも飽和量までNO_xを吸収させる必要はなく、リーン燃焼からリッチに反転させる直前までのNO_x吸収量の推定値と、触媒後の空燃比反転の遅れ時間とから、NO_x吸収性能の劣化を診断させることができる。

【0051】また、上記実施の形態では、触媒上流側の排気空燃比がリッチに反転してから、触媒下流側の排気空燃比がリッチに反転するまでの時間を遅れ時間として計測させたが、燃料噴射量の増量時点から触媒下流側の排気空燃比がリッチに反転するまでの時間を遅れ時間として計測させる構成であっても良い。

【図面の簡単な説明】

【図1】請求項7記載の発明に係る触媒劣化診断装置の構成ブロック図。

【図2】実施の形態におけるエンジンのシステム構成図。

【図3】劣化診断の第1の実施形態を示す制御ブロック図。

【図4】劣化診断の第1の実施形態を示すフローチャート。

【図5】NO_x脱離時における触媒前後の空燃比変化を示すタイムチャート。

【図6】触媒前に対する触媒後の空燃比変化の遅れ時間とNO_x吸収量との相関を示す線図。

【図7】触媒温度と遅れ時間とに応じて劣化度合いを記憶したマップを示す線図。

【図8】触媒温度とNO_x吸収量との相関を示す線図。

【図9】劣化診断の第2の実施形態を示す制御ブロック図。

【図10】劣化診断の第2の実施形態を示すフローチャート。

【符号の説明】

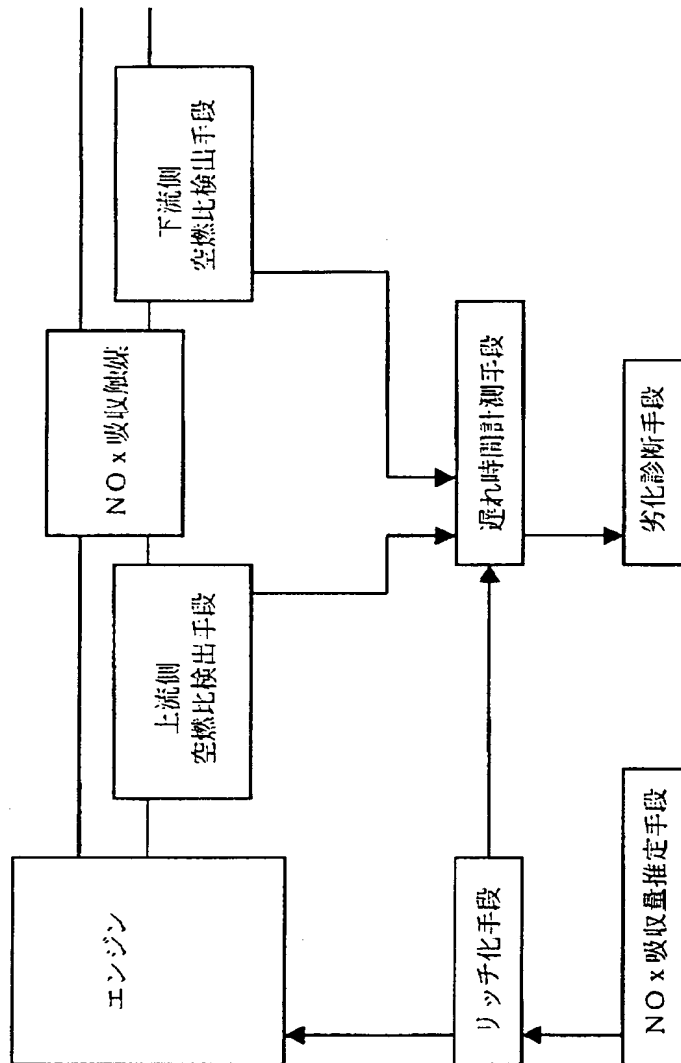
- 1 エンジン
- 2 エアクリーナ
- 3 エアフローメータ
- 4 スロットルチャンバ
- 5 吸気マニホールド
- 6 燃料噴射弁
- 7 水温センサ
- 8 クランク角センサ

13
 9 コントロールモジュール
 10 排気通路
 11 NOx吸収触媒

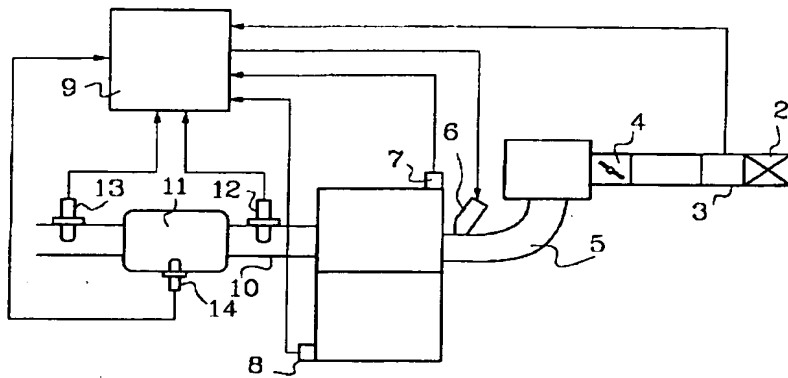
* 12 上流側酸素センサ
 13 下流側酸素センサ
 * 14 触媒温度センサ

14

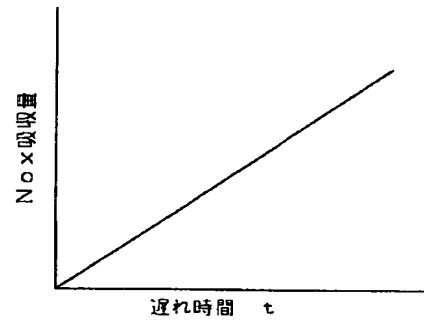
【図 1】



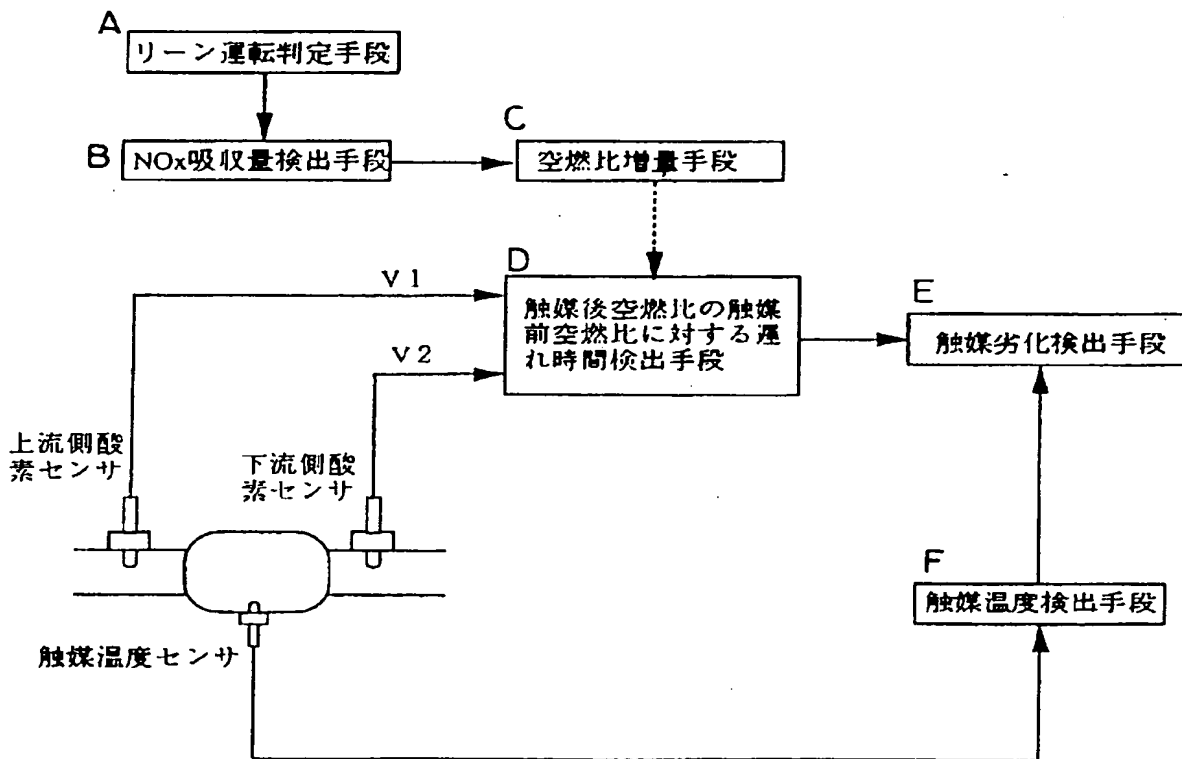
【図2】



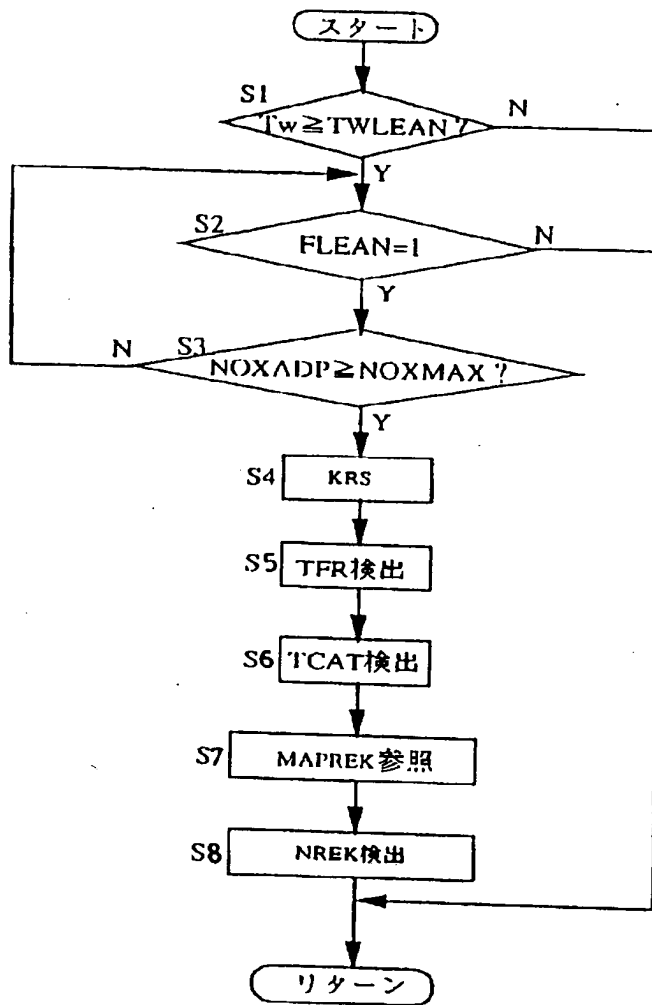
【図6】



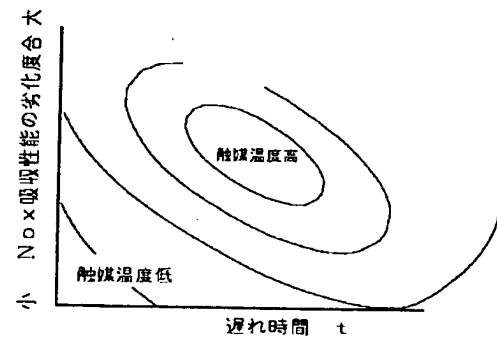
【図3】



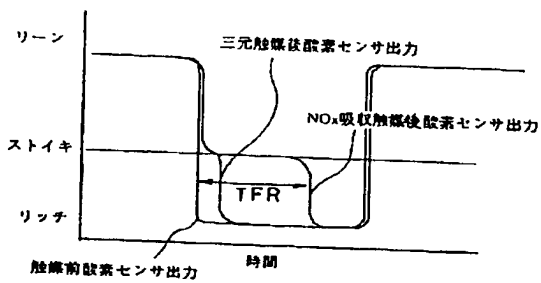
【図4】



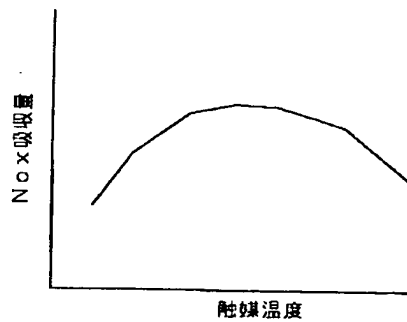
【図7】



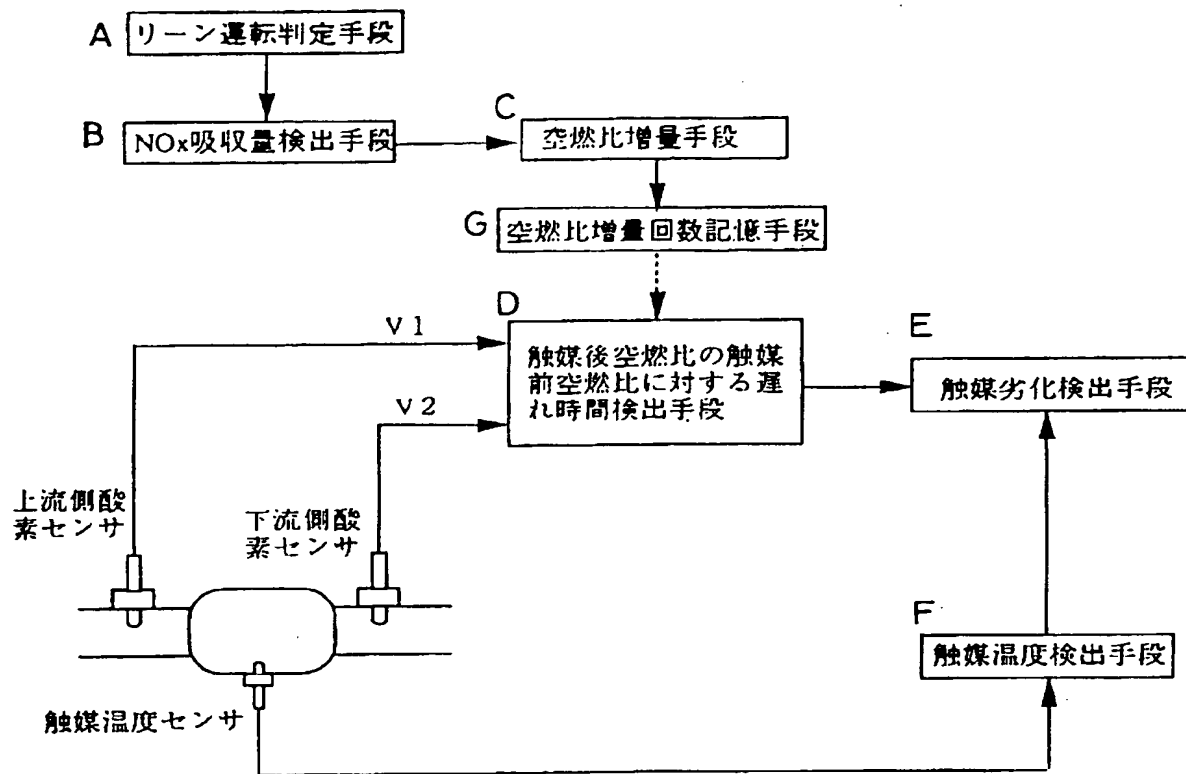
【図5】



【図8】



【図9】



【図10】

